

الگوی بهینه برداشت میگوی دریایی از صیدگاه های قشم با در نظر گرفتن

ملاحظات اقتصادی و زیست محیطی

محمد جواد سلطانی قلعه^۱

یعقوب زراعت کیش^{*}

drzeraatkish@gmail.com

زهرا عابدی^۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۷/۲۶

چکیده

زمینه و هدف: توسعه پایدار به تداوم منابع، حفظ سطح سرمایه و جریان مستمر خدمات آن برای حال و آینده توجه دارد. از آنجا که اقتصاد دریامحور و برداشت پایدار آبریزان برای تامین توسعه در کشورمان ضرورت دارد، در عرصه صید میگوی دریایی نیز اهداف به صورت "اشتغال، سوددهی، مشارکت و ایمنی شاغلان، به همراه کاهش صید دورریز و حفظ تنوع زیستی" دنبال می شود. تعداد بهینه ناوگان صید میگو با توجه به ملاحظات زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی در منطقه صیدگاهی قشم مورد نظر است.

روش بررسی: دینفعان و اهداف آنها شناسایی و با تحلیل سلسله مراتبی وزن هر یک از اهداف تعیین و با برنامه ریزی خطی مدل ها برآورد شد. کل صید مجاز میگو سالانه (از سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۸) به همراه تخمین های مدل خطی و اوزان آن در مدل برنامه ریزی چند معیاره و آرمانی تحلیل شد.

یافته ها: در این مطالعه ترجیحات گروه های هفتگانه دینفعان شناسایی شده، شامل صید، کارگری، اعضای سمن های محیط زیستی، دولت، شاغلان شیلات، محققان مراکز تحقیقاتی و فرآوری میگو نشان داد حداکثر کسب سود برای تمام گروه ها اولین اولویت است. کاهش صید ضمنی کمترین ترجیح را دارد.

بحث و نتیجه گیری: سهم ناوگان متوسط برای حصول اهداف تحقیق ۶۴ درصد برآورد شد. براساس یافته های تحقیق کاهش سهم ناوگان بزرگ مقیاس و افزایش نوع متوسط برای ایجاد پایداری در برداشت توصیه می شود.

واژه های کلیدی: توسعه پایدار، اقتصاد زیستی، صیدگاه های قشم، تحلیل سلسله مراتبی، دینفعان صید میگو.

۱- دانشجوی دکتری گروه تخصصی اقتصاد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۲- عضو هیات علمی گروه اقتصاد کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. * (مسئول مکاتبات)

۳- استادیار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

Optimal pattern of marine shrimp catching from the Qeshm hunting areas by economical and environmental considerations

Mohammad J. Soltani Ghaleh¹

Yaghoub Zeraatkish^{2*}

drzeraatkish@gmail.com

Zahra Abedi³

Admission Date: December 22, 2021

Date Received: October 18, 2021

Abstract

Background and Objective: Sustainable development focuses on the continuity of resources, the stability of capital and the continuous flow of its services for the present and the future. The Sea-based economy and the optimal yield for development are important for our country. In marine shrimp fishing, the goals are "employment, profit, participation and safety of employees, as well as the reduction of by-catch fishing and the conservation of biodiversity" are pursued. The goal is to obtain the optimal fleet according to environmental, economic and social considerations in Qeshm fishing area.

Material and Methodology: Stakeholders and their objectives were identified and 70 samples were randomly selected. The weight of each goal was determined by Analytic Hierarchy Process (AHP), and the models were estimated by Linear Programming. The total allowable shrimp catch (TAC) along with the linear model estimates and its weights were analyzed through Multi-Criteria Decision Making (MCDM) and the goal programming (GP) model.

Findings: In this study the preferences of the seven groups of identified stakeholders, including fisheries, labor, environmental NGOs, government, fisheries workers, researchers and processing centers, showed that maximum profit is the first priority for all groups. Reducing overfishing is the least preferred.

Discussion and Conclusion: The share of the average fleet (between 20 and 50 tons) to achieve the research objectives was estimated at 64%. Based on the research findings, reducing the share of large fleet size and increasing the medium size is recommended to create harvest stability.

Key words: Sustainable Development, Bioeconomics, Qeshm hunting areas, Analytical Hierarchy process, Shrimp Stakeholders.

1- PhD, Student Department of Environmental Economics, Faculty of Natural Resources and Environment, Islamic Azad University, Science and Research Unit, Tehran, Iran.

2- Member of the academic staff of the Department of Agricultural Economics and Food Industry, Islamic Azad University, Science and Research Unit, Tehran, Iran. **(Corresponding Author)*

3- Assistant Professor, Faculty of Natural Resources and Environment, Islamic Azad University, Science and Research Unit, Tehran, Iran.

مقدمه

دریایی است که شامل محاسبه برداشت بهینه و فعالیت در طول زمان است. برای تعیین بهره برداری، سه عامل اصلی شامل نرخ رشد طبیعی، نسبت قیمت به هزینه (و هزینه فرصت) و انقراض یا تخلیه منابع با نرخ رشد طبیعی پایین، را بررسی می کند. تمام بخشهای تولید اولیه (کشاورزی، جنگلداری، شیلات و آبیزی پروری) و تمام بخشهای اقتصادی و صنعتی که از منابع و فرآیندهای بیولوژیکی برای تولید غذا، خوراک، محصولات مبتنی بر زیست، انرژی و خدمات بهره می گیرند با مدل سازی اقتصاد زیستی می توانند به تعیین استفاده بهینه از منابع طبیعی کمک کنند(۲).

میگو از لحاظ زیست شناختی و رده بندی گونه ها به شاخه بندپایان(ده پایان) و رده سخت پوستان تعلق دارد. این آبیزی کوتاه عمر وابستگی شدیدی به مواد غذایی دریا دارد که شدیداً به شرایط محیطی دریا وابسته است(۳). در مدت دریاری (شش هفته) به صورت مستقیم ۵۰۰ نفر اشتغال در دریا و حدود ۲۰۰۰ نفر در ساحل مشغول به کار می شود. میگوی ببری^۳ و موزی^۴ در آبهای کم عمق خلیج فارس زندگی و از باقیمانده مواد غذایی و پسماندهای آبیان سطوح بالاتر دریا تغذیه می کند. برداشت از ذخایر خلیج فارس سالانه ۹ هزارتن است که استان هرمزگان بیش از ۴۰ درصد آن را به خود اختصاص می دهد(۴، ۵).

مطالعه بوم شناسی، شیلاتی آبیان و میگو در داخل کشور توسط محققان و مراکز تحقیقاتی تخصصی شیلات انجام شده است و تخمین وزن توده زنده، محصول قابل برداشت، تعیین ترکیب گونه های میگو در مناطق خلیج فارس، اعلام زمان گشایش، ممنوعیت صید و به کارگیری ابزارهای کاهنده صید جانبی بررسی شده است(۶و۷).

زراعت کیش(۲۰۱۵) کاربرد برنامه ریزی چند معیاره در حوزه صیادی سواحل بوشهر را مطالعه و کاهش ناوگان های بزرگ مقیاس در مناطق سه گانه بوشهر را مطرح کرد و در مطالعه

محیط زیست سرمایه طبیعی و ذی قیمتی است که هم مصرف مستقیم و هم برای حفظ جریان تولید خدمات نهادهای ضروری است. صدمه به اجزاء محیط زیست به معنی کاهش مداوم سرمایه های ملی و موجب تقلیل کیفیت خدمات آن و صدمه به رفاه انسان می شود. با این اوصاف توسعه پایدار چنین تعریف شده است:

۱- نیازهای فعلی انسان ها را برآورده ساخته و در عین حال توان نسل های آینده را در برآوردن نیازهایشان کاهش ندهد.

۲- رفاه فعلی بشر ناشی از ثروتی است که از گذشته به ارث برده و انتقال این ثروت به نسلهای آینده توسعه پایدار است.

۳- تداوم جریان فیزیکی منابع زیست محیطی به همراه حفظ ارزش کلی آنها در پایداری توسعه ضرورت دارد (۱).

در تعاریف توسعه تداوم منابع، ارتباط بین نسل ها و ثابت بودن کل سرمایه و منابع (فیزیکی و جریان مستمر خدمات آن) برای حال و آینده مورد توجه و از نظر سازمان ملل و بانک جهانی عدم تخلیه منابع طبیعی مورد نیاز جامعه در طولانی مدت است. نیاز به تعادل در ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی توسعه پایدار در رابطه با اقیانوس ها یکی از مولفه های اصلی "اقتصاد آبی" است.

همواره این سوال در بحث اقتصاد دریا محور پرسیده می شود که چه مقدار از آبیان برداشت تا اهداف اقتصادی و زیست محیطی تامین شود؟ پایداری برداشت ذخایر تجدید شونده همواره مورد توجه مدیران کشوری بوده و اولویت های ذینفعان این عرصه، "حداکثر اشتغال، سود، مشارکت و سلامت شاغلان، به همراه کاهش صید دور ریز(صید جانبی) و حفظ تنوع زیستی" بیان و در تصمیمات آنها لحاظ می شود.

اقتصاد زیستی^۲ شاخه ای مترقی از علوم اجتماعی است که به دنبال ادغام اقتصاد و زیست شناسی است. ویژگی اصلی آن استفاده پایدار از منابع بیولوژیکی است. قابل توجه ترین استفاده از اقتصاد زیستی و مدل سازی، بررسی بهره برداری از حیات

3- *penaeus semisulcatus*
4- *penaeus merguensis*

1- Blue economy
2- bioeconomy

تولید مثل و مرگومیر) بلکه به موضوعات اقتصادی (قیمت ها و هزینه های برداشت) نیز وابسته است (۱۲).

Porchelvi در سال ۲۰۱۸ مطالعه " یک مدل برنامه ریزی چند منظوره برای پرورش دهندگان ماهی در مقیاس کوچک و در مزارع پرورشی چند گونه ای " را در کشور هند انجام و اهداف کشاورزی، اقتصادی، تامین غذا و زیست محیطی را بررسی نمود. باتوجه به رشد ۱۰ درصدی تولید مواد غذایی در هند پیشنهاد شد که برداشت از آبهای شیرین برای تامین منابع پروتئینی حیوانی در مقیاس کوچک صورت پذیرد (۱۳).

در منطقه مورد مطالعه وضعیت شناورهای مورد استفاده مطلوب فرض نمی شود و وزن اهداف زیست محیطی در تصمیم گیری ها و مدیریت شیلات میگو در فرضیه تحقیق کم برآورد می شود. به کارگیری ناوگان مناسب (شامل تعداد و ترکیب شناور) جهت رسیدن به برداشت پایدار و بهینه موضوعی کاربردی و هدف این تحقیق است که با انجام تحلیل های اقتصادی - زیست محیطی از طریق تصمیم گیری چند معیاره^۱ در این مطالعه مدنظر قرار گرفت.

روش بررسی

محدوده مورد مطالعه شامل بخشی از منطقه صیدگاهی استان هرمزگان که بالغ بر ۶۵ درصد از فصل صید را شامل می شود و میزان برداشت سالانه حدود ۱۱۰۰ تن با ۵۰۰ نفر شاغل مستقیم و حدود ۴ برابر بصورت غیر مستقیم در طی مدت ۴۲ روز دریاروی با تعداد ۶۲ شناور در سه کلاس کوچک (۳ تا ۲۰ تن)، متوسط (۲۱ تا ۵۰ تن) و بزرگ (بیشتر از ۵۰ تن) تعیین شد. منطقه صیدگاهی میگوی قشیم در استان هرمزگان حیطه مطالعه تعیین گردید و داده های صید و برداشت از دریا یک دوره ۴ ساله (از ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۸) مورد استفاده قرار گرفت.

با مطالعات کتابخانه ای، تحقیق میدانی و کتابخانه ای ذینفعان این فعالیت شیلاتی شناسایی و اهداف آنها در سه بخش کلی اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی جمع آوری شد. ساختار تحلیل سلسله مراتبی مشخص و با برنامه ریزی خطی مدل ها

دیگری (۲۰۱۵) با عنوان استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای تحقق اهداف مدیریتی در صنعت شیلات دریای عمان نیز نشان داد که اهداف بیولوژیکی کمترین وزن را دارد و چهارگروه ذینفع در منطقه دریای عمان معرفی کرد (۸-۱۰).

در چندین مطالعه کاربرد برنامه ریزی چندمعیاره در مدیریت شیلات مورد بررسی قرار گرفته و توجه به اهداف متفاوت اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی را جهت تامین این اهداف ضروری دانسته اند. در زیر به برخی از آنها اشاره می شود:

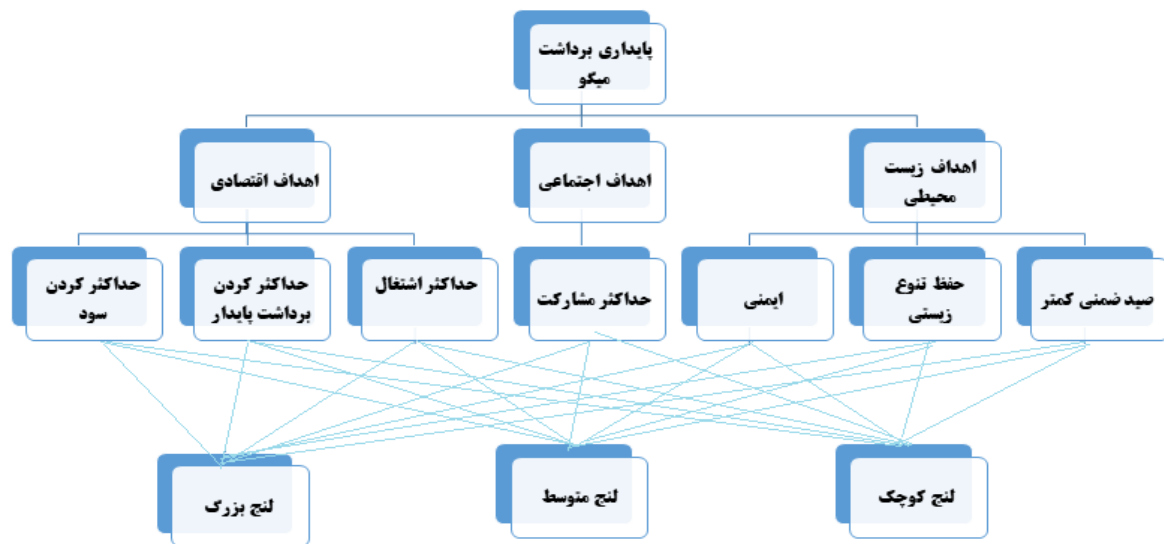
Merdal و همکاران (۱۹۹۷) در مطالعه " مروری بر تکنیک برنامه ریزی چندمعیاره مورد استفاده در شیلات " از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده و اهداف ذینفعان آن بیان شد. متداولترین اهداف مدیریت شیلات: الف- حفظ منابع، ب- تولید مواد غذایی، ج- حفظ ثروت اقتصادی، د- تولید درآمد های مناسب برای ماهیگیران، ه- حفظ اشتغال ماهیگیران، و- بقای جوامع ماهیگیری معرفی شد. اهداف شش گروه مختلف ذینفع شامل اکولوژیست ها، زیست شناسان، اقتصاددانان، تکنسین های شناور، ماهیگیران و مدیران شیلات بررسی شد. نتایج نشان داد که تکنسین های شیلات و شناورها اهمیت بیشتری برای کاهش میزان تخریب گونه های تجاری ماهی نسبت به آسیب های زیست محیطی داشتند. اولویت های سایر گروه های ذینفع متفاوت بود، اما همه به بخش کسب و کار توجه بالایی داشتند (۱۱).

Pasco و همکاران در ۲۰۱۵ " تعیین نقاط مرجع اقتصادی برای گونه های مختلف در شیلات چند گونه ای " را بررسی نمودند. حداکثر عملکرد اقتصادی به عنوان نقطه مرجع تعیین و نیاز به اطلاعات بیولوژیکی و اقتصادی جهت این هدف لازم دانستند. نقاط مرجعی برای تعیین هدف اقتصادی در شیلات چند گونه ای را با معرفی چارچوبی برای مدیران به منظور رسیدن به توسعه نقاط مرجع هدف سازگار با سیاست راهبردی صید چند گونه ای و شیلات مختلط ارائه داد. نقاط مرجع، هدف مناسب برای هر دو گونه هدف و محصولات جانبی را تعیین کرد که نه تنها به موضوعات زیست شناختی (رشد،

در راستای پایداری شیلات تعریف می شوند و زیرمعیارهای هر سه جزء که از ذینفعان احصا و دسته بندی شد را در شکل ۱ نمایش می دهد و ۷ هدف، به حداقل رساندن صید ضمنی، حفظ سطح تنوع زیستی و ایمنی عوامل صید جزو معیارهای زیست محیطی و اهداف حداکثر سازی اشتغال در این بخش، حداکثر برداشت میگو و سود جزو معیارهای اقتصادی و حداکثر کردن مشارکت مربوط به معیارهای اجتماعی تعیین گردید. در سطح آخر طرح گزینه ها شامل سه کلاس شناور مورد استفاده که هدف انتخاب نوع و نسبت آنها مشخص شده است.

تخمین بررسی و ارجحیت های آنها احصاء شد. میزان کل صید مجاز میگو سالانه - که توسط کمیته مدیریت صید در منطقه قشم سالانه تعیین می گردد- اخذ و با کنترل مقادیر برداشت در مدل به همراه دو قسمت دیگر (تخمین های مدل خطی و اوزان محاسبه شده) در مدل برنامه ریزی آرمانی وارد و داده های مورد نیاز مدل برنامه ریزی چند هدفه فراهم گردید.

به منظور تنظیم طرح سلسله مراتبی با هدف پایداری برداشت میگو سه معیار مسئله شامل تامین اهداف زیست محیطی منطقه، اهداف اقتصادی ذینفعان و اهداف اجتماعی مرتبط که



شکل ۱- نمایش گرافیکی طرح سلسله مراتبی در برداشت میگوی دریایی (ماخذ تحقیق)

Figure 1. Graphic representation of hierarchical design in marine shrimp harvest (research source)

بررسی برداشت میگوی دریایی از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۸ توسط سه نوع شناور فوق نشان می دهد که با حدود ۶ هزارتن شروع و با تغییرات متناوب رشد داشته و در سال ۱۳۹۶ به بیشترین مقدار خود، ۱۱ هزارتن در سال، رسیده است (۱۴).

مدل برنامه ریزی ریاضی

روش برنامه ریزی ریاضی با ایجاد مدل های ریاضی سعی دارد شرایط واقعی را در قالب یک مدل ارائه نماید. با تهیه فهرستی از گزینه ها یا انتخاب ها و تعیین هدف، مدل معرفی می شود. معیارها مقدار مشارکت هر گزینه برای دستیابی به هدف اصلی را برنامه ریزی نشان می دهند. مزیت اصلی روش برنامه ریزی

با مدل برنامه ریزی خطی اهداف صنعت میگوی دریایی برآورد شد و اهداف حداکثر سازی سود حاصل از صید، برداشت میگو، اشتغال، ایمنی شاغلین، سود و مشارکت، هدف حداقل سازی صید دور ریز و حفظ تنوع زیستی تخمین زده شد. نتایج تحلیل سلسله مراتبی به همراه تحلیل هر هدف در برنامه ریزی خطی جهت تصمیم گیری و برآورد در مدل جای گذاری می شود. به خروجی AHP و LP با محدودیت TAC سالانه در مدل اهداف آرمانی برآورد شد. نتایج آن در برنامه ریزی چند هدفه منجر به تعیین بهینه برداشت در سه نوع شناور و در تحلیل استفاده شد.

۳- محدودیت های عمومی مدل (C): مدل سازی کلی بصورت کوتاه مدت و بلند مدت تعیین گردید.

در روش تحقیق با سه مولفه اصلی فوق ساختار برنامه ریزی هدف به شرح زیر بیان شد:

X و Y متغیرهای درون‌زا که تعداد شناور و روزهای درباروی در برداشت از میگو در سال در منطقه و $f_i(X, Y)$: تابع هدف و f_i^* ارزش تابع هدف است. با حل تابع برنامه‌ریزی آرمانی، تابع هدف (A) باتوجه به محدودیت‌های آن (B) و محدودیت‌های مدل سازی کلی (C) به حداقل می‌رسد. طبق مباحث فوق ساختار برنامه‌ریزی تحقیق به شرح زیر بیان گردد:

(A) تابع هدف، مجموع وزنی متغیرهای انحراف اهداف که در AHP اولویت‌های آنها مشخص شده‌اند به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} \text{Min} Z = & W_i \times \left[\frac{n_1}{\max dev_1} \right] + W_i \times \left[\frac{n_2}{\max dev_2} \right] + W_i \times \left[\frac{n_3}{\max dev_3} \right] + W_i \times \left[\frac{n_4 + p_4}{\max dev_1} \right] \\ & + W_i \times \left[\frac{n_5}{\max dev_1} \right] + W_i \times \left[\frac{n_6}{\max dev_6} \right] + W_i \times \left[\frac{n_7}{\max dev_7} \right] \end{aligned} \quad (1)$$

است که در آن تمامی اهداف به طور همزمان محقق خواهند شد. وزن‌ها ساختار ترجیحی تصمیم‌گیرندگان را نشان می‌دهد. این امر (تعیین وزن‌ها) یک وظیفه مهم در برنامه‌ریزی چند هدفه است. با کاربرد این اوزان، ترجیحات ذینفعان مستقیماً در برنامه‌ریزی هدف به کار می‌روند (۱۵). به عبارت دیگر به حداقل رساندن تابع معادل دستیابی به راه حلی است که فاصله (وزن) کلی را به حداقل می‌رساند و هدف اصلی (پایداری برداشت میگو) را حاصل می‌کند.

روابط ریاضی هر کدام از اهداف به شکل زیر تشریح شده است:

۱- حداکثر کردن برداشت:

$$\sum_{f,c} CPUE_{f,c} \times BYCATCH \times NOV_{f,c} \times NOFD_f + n_1 - p_1 = t \max CATCH \quad (2)$$

۲- حداقل کردن صید ضمنی:

$$\sum_{f,c} CPUE_{f,c} \times BYCATCH \times NOV_{f,c} \times NOFD_f + n_2 - p_2 = t \min BYCATCH \quad (3)$$

۳- حداکثر کردن ایمنی کارکنان:

ریاضی وجود محدودیت های مشخص برای معیارهای مختلف (مقادیر حداکثر، حداقل و یا برابر) است. در این تحقیق تعیین بهینه برداشت میگوی دریایی مدنظر است که دو متغیر درون‌زای شامل روزهای سپری شده در دریا (درباروی) و تعداد شناورها وارد شد. معیارهای مورد توجه گروه‌های ذینفع به عنوان محدودیت‌ها برای تعیین میزان مشارکت در هدف اصلی در مدل در نظر گرفته شد.

در مدل برنامه‌ریزی سه بخش اصلی زیر معرفی گردید:

۱- تابع هدف (A): حداقل مجموع انحراف وزن اهداف اولویت بندی شده است.

۲- محدودیت های هدف (B): تابع هدف (میران اشتغال، سود، برداشت و ...) برابر با ارزش (مقدار) مشخص شده است.

در آن W_i وزن مرتبط با هدف i و نیز n_i و p_i مقادیر بالا و

پائین ارزش تابع هدف i می‌باشد. ($i = 1, 2, \dots, 7$).

$\max dev_i$: حداکثر انحراف از هدف i می‌باشد.

B محدودیت‌های هدف با روابط زیر تعریف و به این صورت است که: اهداف ۱، ۲، ۳، ۴، ۶ و ۷ حداکثر کردن، هدف ۴ حفظ شرایط و هدف پنجم حداقل سازی است. تعیین و محاسبه ارزش‌های هر هدف با حداکثر کردن یک تابع هدف بدون دخالت سایر اهداف در نرم افزار LINGO انجام می‌گیرد.

محدودیت های عمومی (C) در هر بار اجرای نرم افزار برای هر هدف لحاظ شد. برای حل مسئله، تابع هدف A با لحاظ کردن محدودیت‌های هدف B و C حداقل گردید. در واقع این راه‌حلی

$$\sum_{f,c} MAIN_{f,c} \times NOV_{f,c} \times NOFD_{f,c} + n_3 - p_3 = t \max SAFETY \quad (۴)$$

۴- حفظ تنوع زیستی:

$$1/2 \left[\frac{\sum_{f,c} CPUE \times NOV_{f,c} \times NOFD_f}{\sum_{f,c} CPUE \times NOV_{f,c} \times NOFD_f} \right] + n_4 - p_4 = 1 \quad (۵)$$

۵- حداکثر کردن اشتغال:

$$\sum_{f,c} CRWCOST_{f,c} \times NOV_{f,c} \times NOFD_{f,c} + n_5 - p_5 = t \max EMPLOY \quad (۶)$$

۶- حداکثر کردن سود:

$$\sum_{f,c} CMNOFD_{f,c} \times NOV_{f,c} \times NOFD_{f,c} + n_6 - p_6 = t \max PROFIT \quad (۷)$$

۷- حداکثر کردن مشارکت:

$$\sum_{f,c} CPUE_{f,c} \times BYCATCH \times NOV_{f,c} \times NOFD_{f,c} + n_7 - p_7 = t \max COOP \quad (۸)$$

نمونه ها زن (۳ نفر در گروه اجرایی و ۱۱ نفر در سایر گروه ها)، ۶۱/۵ درصد متاهل و میانگین بعد خانوار ۳/۶۶ نفر و وضعیت درآمدی اقتصادی گروه های ذینفع مورد بررسی نشان داد که ۴۴ درصد در وضعیت درآمدی خوب، ۴۰ درصد متوسط و ۱۶ درصد وضعیت ضعیف دارند.

داده های صید مربوط به دوره چهارساله از سازمان شیلات کشور اخذ و با نرم افزار بهینه ساز LINGO برآورها انجام شد. اهداف ذینفعان با نرم افزار Expert Choise و با استفاده از پرسشنامه به صورت زوجی مقایسه گردید. تخمین ها برای هفت هدف تعیین شده و دخیل کردن وزن آنها در تصمیم انجام و بهینه برداشت با سه نوع شناور بررسی شد.

یافته ها

ترکیب صید میگو در آب های استان هرمزگان و دو منطقه شرقی و غربی آن در زیر آمده است که نشان می دهد نزدیک ۶۰ درصد از این روش اختصاصی صید (با ترال) از انواع ماهیان ریز و غیرهدف برداشت شده و تنها ۲۱ درصد آن صید هدف (میگو) است. سایر گونه های ارزشمند برداشت شده شامل میگوی سرتیز و کنتک (۹٪) و ماهیان تجاری کوچک (۱۳٪) است (۴).

اختصارات: $CMNOFD_{f,c}$: متوسط سود حاشیه ای روزانه در دریا $NOV_{f,c}$: تعداد شناورها، $NOFD_{f,c}$: متوسط تعداد روزها در دریا، $CRWCOST_{f,c}$: متوسط هزینه خدمه روزانه، $MAIN_f$: متوسط هزینه نگهداری روزانه در دریا، $NOV_{f,c}^{96}$: تعداد شناورها در سال پایه، $CPUE_{f,c}$: متوسط صید روزانه در دریا، $tBYCATCH$: که درصد صید ضمنی هر نوع از شناورها را در هر منطقه از کل صید بیان می دارد. C نشان دهنده منطقه صیدگاهی و f نوع شناور مورد استفاده است. $tPROFIT$: ارزش هدف برای تابع حداکثر نمودن منفعت، $tEMPLOY$: ارزش هدف برای تابع حداکثر نمودن اشتغال، $tSAFETY$: ارزش هدف برای تابع حداکثر نمودن ایمنی کارکنان، $tBYCATCH$: ارزش هدف برای تابع حداکثر نمودن صید ضمنی گونه های غیر قابل استفاده، $tmaxCOOP$: ارزش هدف برای تابع حداکثر نمودن مشارکت، $tmaxCATCH$: ارزش هدف برای تابع حداکثر نمودن برداشت (۱۵،۹).

برای بررسی گروه های هفتگانه ذینفع تعداد ۷۰ نمونه که از هر گروه ۱۰ نفر بصورت غیرتصادفی انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفت. میانگین سنی کل نمونه ها ۳۴/۷ سال، ۲۰ درصد

جدول ۱ متغیرهای مدل در چهار سال متوالی مربوط به فصول برداشت میگوی دریای در منطقه را نشان می‌دهد.

جدول ۱- متغیرهای مدل در منطقه مورد مطالعه در طی یک دوره چهار ساله (سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۸)

Table 1. Model variables in the study area during a four-year period (Iran Fisheries Organization, 2019)

۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۵	
۱۳۹۸/۴/۳۱	۱۳۹۷/۷/۱۰	۱۳۹۶/۷/۱۰	۱۳۹۵/۷/۱۰	شروع زمان صید میگو
۱۳۹۸/۶/۱۲	۱۳۹۷/۹/۱	۱۳۹۶/۹/۱	۱۳۹۵/۸/۲۸	پایان زمان صید میگو
۴۴	۴۲	۴۲	۳۹	روزهای مفید(دریاری)
۱۵۰۰	۱۶۵۰	۱۵۳۰	۱۱۸۰	میزان قابل برداشت(تن)
۱۱۵۰	۱۱۵۰	۱۳۰۰	۸۳۰	میگوی درشت (تن)
۳۵۰	۴۵۰	۲۳۰	۳۵۰	میگوی ریز(تن)
۱۴۱۰	۱۷۰۰	۲۰۳۱	۲۳۹۰	میزان صید انجام شده(تن)

طولاً با ۱۳۲ شناور دارای مجوز در استان هرمزگان و ۶۲ شناور آنها در منطقه قشم اقدام به برداشت و عملیات صیادی دارند و تلاش صیادی آنها مورد بررسی قرار گرفت.

میزان صید میگو در منطقه مورد مطالعه در طول فصل میگو در سال ۱۳۹۶ در منطقه صیدگاهی قشم در جدول ۲ آمده است. شناورهای سه‌گانه در منطقه شرقی و غربی (از کشتی سوخته تا

جدول ۲- وضعیت برداشت میگوی دریایی توسط شناورهای سه‌گانه در منطقه صیدگاهی قشم (متغیرهای درونزای مدل)

Table 2. Marine shrimp harvest status by triple vessels om Qeshm fishing area (model endogenous variables)

کل شناورهای استان هرمزگان	تعداد شناور فعال در صید (فروند)				میزان صید میگو (تن)	مرکز تخلیه
	جمع	بالای ۵۰ تن	بین ۲۱ تا ۵۰ تن	زیر ۲۰ تن		
۱۳۲	۶۲	۱۸	۳۶	۸	۱۰۷۹	قشم

نتایج تحلیل سلسله مراتبی

این بخش در جدول ۳ آمده است. از نظر گروه اول (صیادان و گروه صید) اهداف اقتصادی با اختلاف زیادی در اولویت است. از اهداف اقتصادی، حداکثر سود و حداکثر ایمنی بیشترین ترجیح را برای صیادان و گروه صید دارد. اهداف زیست محیطی این گروه کمترین اولویت را دارد و کمترین اولویت گروه صیاد حداقل سازی صید ضمنی است. ارجحیت زیست محیطی گروه کارگری از گروه صیادان بیشتر است و توجه به اهداف اقتصادی نیز از گروه اول بیشتر است.

هفت گروه ذینفع شامل صیادان و گروه صیادی، کارگران تمیز کننده و حمل و نقل، سازمان شیلات، بدنه اجرایی دولت، اعضاء سمن‌های زیست محیطی، مراکز علمی و تحقیقاتی و بخش فرآوری و فروش مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتب برای هر کدام از هفت هدف موجود، از دیدگاه ذینفعان مختلف وزنی اختصاص داده شد. نظرات گروه‌های ذینفع با استفاده از پرسشنامه جمع‌آوری و داده‌های موجود با استفاده از نرم افزار EC^۱ تحلیل و اوزان بصورت انفرادی برای هر گروه و نیز به طور جمعی محاسبه گردید. نتایج

1- EC: Expert Choise

حداقل سازی صید ضمنی گروه دوم بیشترین اولویت را دارد. این گروه توجه به ایمنی را در اولویت پایینی ارزیابی می کنند.

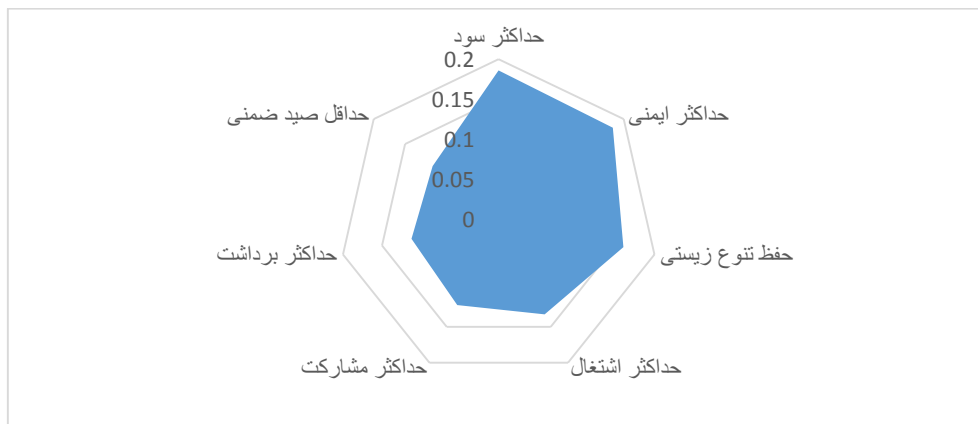
جدول ۳- نتایج تحلیل سلسله مراتبی برای گروه های ذینفع (وزن اهداف)

Table 3. Results of Analytic Hierarchy Process for stakeholder groups

گروه	صید	کارگری	شیلات	سمن ها	علمی	دولت	فرآوری	کل گروه ها
حداکثر برداشت	۰/۱۳۹	۰/۰۶۴	۰/۱۰۲	۰/۱۲۲	۰/۰۷۶	۰/۰۵۹	۰/۱۸۳	۰/۱۱۲
حداقل صید ضمنی	۰/۰۷۱	۰/۰۴۸	۰/۳۷۸	۰/۰۴۱	۰/۰۷۰	۰/۱۱۹	۰/۱۲۱	۰/۱۰۳
حداکثر ایمنی	۰/۱۹۲	۰/۲۳۳	۰/۰۵۵	۰/۲۲۴	۰/۱۵۶	۰/۲۰۶	۰/۱۱۷	۰/۱۷۵
حفظ تنوع زیستی	۰/۰۸۲	۰/۲۲۷	۰/۰۷۹	۰/۲۵۹	۰/۲۷۶	۰/۱۲۹	۰/۰۸۸	۰/۱۶۱
ایجاد حداکثر اشتغال	۰/۱۱۵	۰/۰۵۸	۰/۱۳۸	۰/۰۵۶	۰/۱۰۶	۰/۲۳۵	۰/۳۰۴	۰/۱۴۴
حداکثرسازی سود	۰/۳۲۲	۰/۱۸۰	۰/۰۷۰	۰/۲۴۲	۰/۲۱۵	۰/۱۴۸	۰/۱۰۱	۰/۱۸۵
حداکثر مشارکت	۰/۰۷۹	۰/۱۹۰	۰/۱۷۸	۰/۰۵۷	۰/۱۰۱	۰/۱۰۵	۰/۰۸۶	۰/۱۲۰

محصولات و ماهیان خاص از دریاست. توجه به سلامت شاغلان در این بخش اولویت بالایی دارد که ناشی از نگرانی عوامل اجرایی، کار مستقیم در امور صید و خطرات حین برداشت است. در نمودار ۱ ترجیحات کل گروهها در تحلیل سلسله مراتبی آمده است و سطح ترجیحات نهایی کمتر از ۰/۲ در همه اهداف هفتگانه به دست آمد.

میانگین ترجیحات برای کلیه گروه ها در ستون آخر آمده است. حداکثر کسب سود برای تمام گروه ها از این کالای زیست محیطی (میگوی دریایی) اولویت اول کلیه گروهها بدست آمد. کاهش صید ضمنی کمترین ترجیح را به خود اختصاص داد که علل مختلفی مانند عدم تغییر تکنولوژی برداشت، فروش ضایعات دورریز به سایر بنگاه ها، تلاشهای ناموفق در الزام به بکارگیری تجهیزات کاهنده صید ضمنی و ذهنیت سنتی و یافتن اتفاقی



نمودار ۱- ترجیحات کل گروه های ذینفع از برداشت میگوی دریایی

Diagram 1. preferences of all stakeholder groups from marine shrimp harvest

سناریوی پایه، کوتاه مدت و بلند مدت (صید در سال پایه، کوتاه مدت و آینده)

هدف مدل توصیف و برنامه‌ریزی برای مدیریت صنعت شیلات حوزه خلیج فارس (سواحل منطقه قشم) بوده و به این منظور ترجیحات گروه‌های ذینفع مختلف برای اهداف متفاوت در یک چارچوب چند هدفه، در فرآیند تحقیق به حساب آمد. از اوزان محاسبه شده به عنوان داده در مدل مدیریت چند هدفه شیلات برای دو سناریوی مدل استفاده شد.

تحلیل نتایج مدل تحقیق در واقع بررسی و مطالعه وضعیت بهینه برای صنعت شیلات در حوزه صید میگو حوزه خلیج فارس جزیره قشم را برای سال ۱۳۹۶ نشان می‌دهد. اگر متغیرهای (ثابت و معلوم) تعداد شناورها و تعداد روزهای سپری شده در دریا را در مدل تحقیق جای گذاری نماییم با نتایج حاصله یک سناریوی پایه به دست خواهد آمد.

در واقع تخمین مقادیر واقعی شیلات در سال ۱۳۹۷ با جایگزینی تعداد شناورها و تعداد روزهای سپری شده در مدل به دست می‌آید. مقادیر متغیرهای توابع هدف تابعی از تعداد شناورها و تعداد روزهای سپری شده در دریا برای شناورها بوده که به عنوان سناریوی پایه تعریف شد. قبل از این که مدل برنامه‌ریزی هدف در دو سناریوی کوتاه مدت و بلند مدت، با مشارکت اوزان ذینفعان مختلف تخمین زده شد. ابتدا با استفاده

از مدل برنامه‌ریزی خطی (LP) هر کدام از اهداف به طور جداگانه با توجه به محدودیت‌های عمومی برآورد گردند. با این نتایج ارزش محدودیت‌های هدف و ارزشهای ایده‌ال و غیرایده‌ال برای جای‌گذاری در تابع برنامه‌ریزی هدف (GP) فراهم می‌شود. نحوه محاسبه مقادیر ایده‌ال هر هدف به این صورت است که ابتدا هر هدف بدون توجه به سایر اهداف بهینه می‌شود و ضمن تحلیل نتایج در کوتاه مدت و بلند مدت این نتایج با سناریوی پایه مقایسه می‌شود.

فعالیت (تلاش صیادی) در ارتباط با دیراروی شناورها و تعداد شناورها متغیر پایه و اساس بهینه‌سازی مدل را تشکیل می‌دهند. با فرآیند برآورد هر مدل جواب بهینه مدل با به دست آوردن مناسب‌ترین توزیع بهینه این متغیرها به دست آمد. در جدول ۴ نتایج میزان کل تلاش صیادی حاصل از به کار بردن اوزان گروه‌های ذینفع در مدل برنامه‌ریزی هدف و نیز تغییرات تلاش صیادی نسبت به حالت سناریوی پایه را نشان می‌دهد. میزان تلاش و فعالیت ناوگانها در حفظ پایداری منبع تاثیر دارد و از طرفی باید اهداف متعدد اقتصادی، اجتماعی و بیولوژیکی تا حد امکان به صورت همزمان محقق می‌گردند. میزان تلاش صیادی بیانگر میزان تلاش کل شناورها در نتایج مدل‌های استفاده است.

جدول ۴- نتایج تغییرات تلاش صیادی نسبت به سناریوی پایه در شیلات

Table 4. Results of changes in fishing effort compared to the baseline scenario in fisheries

میزان تغییرات (درصد)	میزان تلاش صیادی (روزهای دریای روی)	ذینفعان صید میگوی دریایی
۱۱	۱۴۹۱	صیادان و گروه صیادی
۱۱	۱۴۹۱	کارگران تمیز کننده و حمل و نقل
-۲	۱۳۱۷	سازمان شیلات و بدنه اجرایی دولت
-۱۲	۱۱۸۲	محیط زیست و سمن‌ها
-۱۰	۱۲۱۰	مراکز علمی و تحقیقاتی
۴	۱۳۹۸	بخش فرآوری و فروش
-۶	۱۲۶۳	کل گروه‌ها

فعالیت ناوگان های مختلف، میزان منافع این شناورها بیش از درصد افزایش در تلاش، فزونی می یابد (و برعکس). این مطلب به معنای آن است که هر واحد تلاش شناورها به صورت کارآتر از لحاظ اقتصادی توزیع شده است.

به طور کلی سهمی که عاید ناوگان های مختلف در مناطق صیادی (حوزه های شرقی و غربی) می شود طبق نتایج مدل در صیدگاه های منطقه غربی نسبت به سایر مناطق در مقایسه با سناریوی پایه افزایش یافته است و دلیل آن نیز افزایش تعداد شناورها در منطقه غربی و نیز افزایش تلاش شناورها در صیدگاه های منطقه غربی نسبت به مناطق شرقی است.

دو گروه سازمان شیلات و بدنه اجرایی دولت با توجه ماهیت دولتی بودن مشترک فرض شده اند.

سهم منافع ناوگان ها (شناورها)

در جدول ۵ سهم هر کدام از ناوگان های مختلف از منافع کل نشان داده شده و با حالت سناریوی پایه مقایسه گردید. منافع از کسر هزینه های ثابت و متغیر از فروش کل به دست می آید. مشخص است که، سهم شناورهای کوچک و متوسط (زیر ۲۰ تن و ناوگان تا ۵۰ تن) از کل منافع برای تمامی مدل ها افزایش یافته است. از طرفی سهم ناوگان سوم نیز از منافع کمی کمتر شده است. اما نکته حائز اهمیت آن است که در حالت افزایش

جدول ۵- نتایج سهم ناوگان های سه گانه از منافع نهایی (برحسب درصد)

Table 5. Results of the share of triple fleets of final benefits (%)

گروه ذینفع	ناوگان تا ۲۰ تن	بین ۲۱ تا ۵۰ تن	بالای ۵۰ تن
صیادان و گروه صیادی	۱۸	۵۸	۲۴
کارگران تمیز کننده و حمل و نقل	۱۴	۵۶	۳۰
سازمان شیلات و بدنه اجرایی دولت	۱۶	۶۵	۱۹
محیط زیست و سمن ها	۱۶	۶۴	۲۰
بخش فرآوری و فروش	۱۰	۵۷	۳۳
مراکز علمی تحقیقاتی	۲۴	۵۶	۲۰
کل گروه ها	۱۵	۶۴	۲۱
سناریوی پایه	۸	۵۲	۴۰

که به طور کلی اهداف بیولوژیکی بیشترین ترجیحات و اهداف اقتصادی کمترین ترجیحات داشتند (۱۶).

Gillett (۲۰۰۸) در فراز سه سه گروه کلی از ذینفعان شامل کمیته های صیادی، بخش اجرایی دولت و بخش علمی (دانشمندان و بیولوژیست ها) را شناسایی کرد. از دیدگاه دانشمندان و گروه های علمی اهداف بیولوژیکی دارای بیشترین ارجحیت بودند (۰/۳۱). اهداف اقتصادی سوددهی و اشتغال برای گروه های ذینفع مرتبط با صیادان و تعاونی های صیادی با ۰/۱۰ و ۰/۱۵ دارای بیشترین ترجیحات بود. در حالی که هدف ایمنی پرسنل و کارکنان برخلاف دو هدف قبلی، بیشترین ترجیحات را برای نهادهای اجرایی (به میزان ۰/۲۵) در پی داشته است (۱۷).

با توجه به جدول بالا، سهم (قدرت) ناوگان های تا ۲۰ تن ۸ درصد و لنج زیر ۵۰ تن، ۵۲ درصد از کل منافع در وضعیت پایه را دارا می باشد. اما در مدل برنامه ریزی هدف این سهم افزایش یافت و برای ناوگان تا ۲۰ تن به ۱۵ درصد و ناوگان زیر ۵۰ تن به ۶۴ درصد رسیده است و سهم ناوگان بالای ۵۰ تن (معادل ۲۱ درصد) می باشد.

در مدلی که توسط Merdle و Pascoe (۲۰۰۴) بررسی شد، حداقل نمودن صید ضمنی در مجموع از نقطه نظر گروه های ذینفع شرکت کننده در تحلیل، بیشترین وزن را نشان داد. در این مطالعه یازده گروه ذینفع مختلف در تحقیق شرکت داشتند

بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش با استفاده از ابزارهای تحلیل سلسله مراتبی، برنامه ریزی ریاضی و آرمانی اهداف ذینفعان این صنعت در سه بخش حداکثر سازی، حفظ شرایط موجود و کاهش اثرات سوء مورد بررسی قرار گرفت. از نتایج کلی و کاربردی به دست آمده می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- هفت گروه صید و صیادی، کارگران حمل و تمیز کننده، اعضاء سمن های دوستدار محیط زیست، شاغلین بخش دولت، پرسنل شیلات و سازمان های وابسته، متخصصین مراکز علمی و تحقیقاتی و فعالان بخش فرآوری و فروش در این فعالیت اقتصادی ذینفع محسوب می‌شوند.
- همه گروه‌های ذینفع با هدف کسب حداکثر سود در این فعالیت اقدام می‌کنند و حداکثر برداشت اولویت اول آنها نیست.
- وجود کمترین ترجیح و عدم توجه به برداشت حدود ۶ برابری سایر گونه های همراه با میگو در این فعالیت وجود دارد.
- ماهیت پرخطر عملیات صید با روش ترال و با امکانات موجود نشان از توجه همه گروه‌های ذینفع به ایمنی است.
- وضعیت تلاش صیادی (شناورهای فعال) و برداشت میگو بیشتر از حدود مجاز تعیین شده است.
- اهداف زیست محیطی در اولویت پایینی برای ذینفعان قرار دارند.

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد تعداد شناورهای سایز بزرگ باتوجه به حداکثر سود، برداشت، اشتغال و به منظور کاهش صید دور ریز کاهش یابد. دو روش ۱- مدیریت از نوع فرماندهی و کنترل با محدود کردن فعالیتها، ابزارهای کم اثر و کاهنده صید ضمنی، کاهش مجوزها، تعیین حداکثر تلاش ماهیگیری، محدودیت صید در اعماق مختلف و افزایش سطح مناطق حفاظت شده و ۲- اقدامات مبتنی بر انگیزه که از انگیزه‌های اقتصادی و تشویقی شیوه‌های ماهیگیری پایدار مانند سهمیه قابل انتقال، مبادله مجوزات یا رویکردهای احتیاطی و

نگرش اکو سیستمی به شیلات و بهره برداری مسئولانه کاربرد دارد. افزایش اطلاعات و آگاهی ذینفعان از اثرات برداشت بیش از حد مجاز و صید سایر گونه های هدف باتوجه به پایین بودن درجه ترجیح آنها توصیه محققان است و سیاست‌گذاران شیلات در جهت کاهش تعداد شناور های کوچک مقیاس باتوجه به عدم تحقق روشهای مدیریت فوق بر آنها توصیه شده است.

برای تحقیقات آتی در این بخش محاسبه و تخمین سطح قابل برداشت اقتصادی آبیان تجاری، تعیین مناسب‌ترین ادوات و ابزارهای صید با حفظ پایداری، بررسی اثر بخشی روشهای مدیریت شیلات و بررسی تاثیر نرخ تنزیل در برداشت از ذخایر پیشنهاد می‌گردد.

تشکر و قدردانی

در اینجا لازم است از جناب آقای دکتر بهرام انصاری طاری کارشناس مدیریت صید میگوی سازمان شیلات ایران و جناب آقای دکتر ابراهیم عالی زاده از مدیران اداره کل شیلات استان هرمزگان به سبب همکاری بی‌شائبه و راهنمایی در طی دو سال مطالعه سپاسگزاری می‌کنیم.

References

1. Karimi, Zahra .Manzar ,Azad. Mohammad ,Ali.2014. Natural Resources Economy - Contrasting of Conventional Approach and Sustainable Development. Tabriz: University of Tabriz.pp.3-5. (In Persian)
2. Keswani C.2020. Bioeconomy for sustainable development. Springer Singapore; pp. 3-19.
3. Kaushik ,A. Kaushik ,C. 2010. Basics of environment and ecology: New Age International; New Delhi.pp. 32-36.
4. Niamaimandi ,Nassir. Noorinejad ,Mohsen. Matinfar, Abbas.2009. Shrimp Biology.tehran:Jahad institute of applied science technology.pp.5-43. (In Persian)

- objective programming techniques. University of Portsmouth, Centre for the Economics and Management of Aquatic Resources. pp.1-25.
12. Pascoe ,S. Hutton ,T. Thébaud, O. Deng ,R. Klaer ,N. Vieira, S. 2015.Setting economic target reference points for multiple species in mixed fisheries. FRDC Final Report.pp.
 13. Porchelvi ,RS, Irine J.2018. A Multi-objective Linear Programming model for small-scale fish farmers in Polyculture fish farming. International Journal of Pure and Applied Mathematics.119(7):361-8.
 14. Deputy of Resource Planning and Management - Budget Planning Office - Planning and Statistics Department of Iran Fisheries Organization. (2019) Statistical year book 2013-2018. Chapter One (22-21). Season Two (51-50).
 15. Kjaersgaard, Jens. Andersen ,L,Jesper .2015. Multi-objective management in fisheries: the case of the Danish industrial fisheries in the NoRTH Sea. Pp. 1-90.
 16. Mardle ,S, Pascoe S, Herrero I.2004. Management objective importance in fisheries: an evaluation using the analytic hierarchy process (AHP). Environmental Management.;33(1):1-11.
 17. Gillett ,R.2008. Global study of shrimp fisheries: Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.p.475.
 5. Niamaimandi, N., Valinassab, T. Dehghani, R. Daryanabard, R.2019. Evaluation of species diversity indices and distribution of bottom trawls species in the Hormozgan province waters. Experimental animal Biology, 8(1): 111-122. (In Persian)
 6. Paighambari ,SY. Ghajarjazi, E. Abbaspoor ,Naderi. 2019.Determination of relative composition and density of invertebrates in shrimp trawler in Persian Gulf (Hormozgan province). Experimental animal Biology.;8(1):89-98. (In Persian)
 7. Paighambar S Y, Daliri M, Khodadoust A.2017. Comparing the By-catch Composition of Shrimp Trawlers in Bushehr and Hormozgan Provinces. joc. 7 (28) :67-73. (In Persian)
 8. Zeraatkish ,Y.2014.The Optimal Exploitation of fishery Resources in Persian Gulf (Application of Linear Programming). Agricultural Economics Research, 6(21): 23-44. (In Persian)
 9. Zeraatkish ,Y. Eslami ,MR. 2015.Application of Multi-criteria Programming of Bushehr Coastal Fishing. Agricultural Economics Research.7(27):221-41. (In Persian)
 10. Zeraatkish ,SY.2015. Utilization of analytic hierarchy process (AHP) to meet management objectives in fishery industry of the Sea of Oman. Iranian journal of fisheries science. 15(4)1379-1387.
 11. Mardle ,S. Pascoe, S.1997. A review of applications to fisheries using multi-